

تاثیر توری سایبان بر کاهش درجه حرارت، میزان آفتاب سوختگی برگ و میوه، میزان شدت

نور و فتوسنتز، زودخندانی و زمان رسیدن میوه پسته رقم اکبری

علی اسماعیل پور^{۱*}، حجت هاشمی نسب^۲، واحد باقری^۳، علی اسماعیلی رنجبر^۴

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۶

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سایبان در باغات بارور پسته، قطعه باغ اکبری به مساحت یک هکتار در شهرستان انار انتخاب گردید. نیمی از قطعه مذکور با استفاده از توری‌های سایبان با ۵۰ درصد سایه دهی پوشش داده شد و نیمی دیگر بدون ایجاد سایبان (شاهد) مد نظر قرار گرفت. درجه حرارت (محیط تاج، سطح برگ و میوه، سطح خاک) در قطعه تجهیز شده با سایبان و قطعه شاهد با استفاده از دستگاه هواشناسی پورتابل (دینالوگر) ثبت گردید. زمان شروع رشد مغز میوه و زمان رسیدن محصول یادداشت برداری گردید. میزان فتوسنتز، کلروفیل فلورسنس (Fv/Fm) و شدت روشنایی برگ نیز با استفاده از دستگاه لیکور اندازه گیری شد. نتایج این بررسی نشان داد دمای برگ، دمای میوه، دمای تاج و دمای خاک در زیر سایه انداز و خارج از سایه انداز در زیر سایبان به ترتیب ۵، ۸، ۲، ۵ و ۱۸ درجه نسبت به آفتاب کاهش یافت. میزان فتوسنتز و شدت روشنایی در تیمار سایه دهی کمتر از تیمار آفتاب بود. درصد سوختگی میوه ۱۶ برابر و درصد حاشیه سوختگی برگ ۲۴ درصد در درختان زیر سایبان کمتر از درختان شاهد (آفتاب) بود. زمان شروع رشد مغز در تیمار سایبان تسریع ولی رسیدگی، ۴-۵ روز به تاخیر افتاد. با توجه به نتایج حاصل استفاده از توری های سایبان سبز برای کاهش خسارت آفتاب سوختگی برگ و میوه و نیز کاهش درصد زودخندانی میوه پسته در ماههای گرم سال توصیه میشود.

واژه‌های کلیدی: توری سایبان، پسته، آفتاب سوختگی، محیط های تولید کنترل شده

^۱ عضو هیئت علمی پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
* پست الکترونیک: aemailpour@pri.ir

^۲ عضو هیئت علمی پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

^۳ عضو هیئت علمی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

^۴ محقق پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

مقدمه

باشد. در بسیاری از کشورهایی که با چالش های مذکور مواجه هستند، بهره گیری از روش های گوناگون تولید محصولات به روش محافظت شده به سرعت در حال گسترش می باشد. از آنجا که کشور ایران نیز با بحران خشکسالی و تغییر اقلیم درگیر می باشد، جایگزینی کشت محافظت شده از جمله راه های گذر از این بحران ها به حساب می آید. یکی از روش های کشت محافظت شده نیز روش کشت در سایبان ها است. در این روش با استفاده از سایبان های با طرح ساده (سقف مسطح، قوسی و یا برجسته)، دارای سازه سبک، محیطی نسبتاً مناسب با مساحت کافی برای رشد و تولید محصولات ایجاد می کنند. افزایش بهره وری و استفاده حداکثری از ظرفیت های تولیدی موجود در باغ ها و مزارع و بهبود کمیت و کیفیت محصولات باغبانی از جمله مزایای استفاده از سایبان ها می باشد (Stamps, 2009; Castellano et al. 2008).

با توجه به تغییرات اقلیمی در بیشتر مناطق کشور، خسارت عوامل محیطی از جمله سرمازدگی و گرمزدگی در طی فصل رشد در برخی محصولات باغی از جمله پسته محرز می باشد. در این راستا استفاده از راهکارهای اجرایی و عملیاتی استفاده از وسایل و روش های کاهش خسارت از جمله استفاده از سایبان ها جهت کاهش خسارت گرما قابل توصیه است (Stamps, 2009).

مروری بر تحقیقات انجام شده

تغییرات شدید آب و هوایی مانند دمای بسیار بالا، باد شدید و نگرگ که به دلیل تغییرات اقلیمی و گرم شدن

پسته یکی از با ارزش ترین محصولات باغبانی ایران است که نقش مهمی در صادرات غیرنفتی و ارزآوری دارد. در حال حاضر سطح زیر کشت باغ های پسته کشور ۶۷۴۳۰۹ هکتار باغ های بارور و غیر بارور میباشد که حدود ۶۰۰ هزار هکتار از این مقدار متعلق به باغ های بارور می باشد. باغ های موجود در ۳۱ استان کشور (حتی استان های ساحلی بوشهر، هرمزگان، گیلان و مازندران) پراکنده هستند و ۸۵ درصد سطح زیر کشت موجود مربوط به ۶ استان کرمان، خراسان رضوی، یزد، فارس، خراسان جنوبی و سمنان می باشد. پسته در بین محصولات باغبانی کشور با سطح بارور ۱۵/۳ درصد در رتبه اول قرار دارد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۲). پسته با صادرات بیش از ۱۲۰ هزار تن محصول خشک با ارزش صادراتی بیش از یک میلیارد دلار در سال ۱۴۰۲ به تنهایی ۳۱/۴ درصد از کل صادرات محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده و در رتبه اول قرار دارد (انجمن پسته ایران، ۱۴۰۲). در سال های اخیر تنش های مختلف محیطی به چالشی بزرگ برای صنعت پسته کشور تبدیل شده اند که سالانه خسارت هنگفتی را برای این صنعت بدنبال داشته است. میزان خسارت وارده در اثر عوامل محیطی به محصول پسته در استان کرمان در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ بیش از ۲۴۰۰ میلیارد ریال برآورد شده است (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۷). تغییرات اقلیمی، خشکسالی و افزایش خسارت عوامل محیطی امروزه یکی از مهمترین چالش های موجود جهت تولید و پرورش محصولات باغبانی از جمله پسته می

طور صد درصد از سرمازدگی جلوگیری کند (Mditshwa et al. 2019).

سایه دهی نیز معماری گیاه را تغییر می‌دهد. گیاهانی که در زیر سایه رشد می‌کنند، بلندتر هستند، برگ‌های بزرگتر و احتمالاً گره‌های بیشتری دارند. سایه رطوبت نسبی زیر ساختار را افزایش می‌دهد و باد را کاهش می‌دهد. افزایش رطوبت نسبی تبخیر را کاهش می‌دهد که خاک و گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد تا رطوبت بیشتری را در زیر سایه نگه دارند. نهایتاً نیاز آبی برای محصولاتی که در زیر سایه رشد می‌کنند، کاهش می‌یابد. برای اطمینان از کارایی سایبان در هر منطقه و هر محصول، بهتر است تاثیر استفاده از سایبان در یک منطقه محدود مورد بررسی قرار گیرد. به دلیل بالا بودن تعداد میوه‌های از دست رفته در اثر خسارت عوامل جوی در هر سال و برآورد هزینه این آسیب، در تمام شیوه‌های جدید، توصیه برای استفاده از سایبان وجود دارد. با توجه به تاثیر سایبان‌ها، تحقیق و برنامه ریزی دقیق شانس موفقیت را بهبود می‌بخشد (Maughan et al. 2017). مقایسه ارقام مختلف درختان سیب در شرایط سایبان و شاهد در آفریقای جنوبی نشان داد برگ‌های تحت تیمار سایبان در یک روز با گرمای کم ۱/۷ تا ۳/۹ درجه سانتی‌گراد و در یک روز با گرمای متوسط ۶/۲-۴/۳ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از برگ‌های شاهد بود. دمای سطح میوه در زیر شبکه سایبان در روزهای با گرمای کم ۲/۹- ۰/۷ درجه سانتی‌گراد و در یک روز با گرمای متوسط ۵/۳- ۴ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از شاهد بود. افزایش معنی‌داری در جذب CO₂، هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق گیاهان

کره زمین اتفاق می‌افتد، اثرات مخربی روی باغ‌های میوه-های گرمسیری و نیمه گرمسیری دارد. توری سایه‌دار یکی از تکنیک‌های جدیدی است که توسط تولید کنندگان برای محافظت از باغ‌ها در برابر تنش‌های مختلف زنده و غیر زنده ای مانند اشعه بیش از حد خورشید، حشرات، تگرگ و همچنین باد مورد استفاده قرار می‌گیرد (Stamps, 2009). سیستم‌های سایه‌دهی متفاوتی در صنعت میوه استفاده می‌شود که شامل صفحات ضد حشرات، تورهای ضد تگرگ و انتخابگر نور است. احداث باغات میوه زیر پوشش پلاستیک در کشورهایی مانند ایتالیا، فرانسه و آلمان که کشت متراکم درختان میوه را در اولویت قرار می‌دهند، گسترش چشمگیری داشته است. احداث باغات میوه زیر پوشش پلاستیک از دهه ۱۹۹۰ برای جلوگیری از آسیب باران و تگرگ به میوه‌ها آغاز شده است. امروزه از مواد بسیار با کیفیت‌تری به منظور عبور طول موج‌های مشخص نوری و با هدف تاثیر بر زمان رسیدگی میوه، محافظت در برابر سرمازدگی و آسیب گرما و جلوگیری از حمله آفات استفاده می‌شود. بهتر است برای افزایش طول عمر پوشش‌های پلاستیکی از سیستم کنترل اتوماتیک جهت باز و بسته کردن پوشش استفاده شود (Castellano et al. 2008; Stamps, 2009). به منظور مقابله با پدیده آفتاب سوختگی و سرمازدگی، تورکشی باغ‌های میوه امکان‌پذیر است. تور کشیده شده روی درختان فضایی ابرگونه ایجاد می‌کند و باعث می‌شوند در تابستان اشعه مضر و گرما از روی درختان برداشته شود و در زمستان نیز درجه حرارت هوای باغ تا ۵ درجه نسبت به بیرون افزایش داشته باشد و قادر است به

در سایه در مقایسه با گیاهان شاهد دیده شد. تیمارهای سایبان نشان داد که کمبود فشار بخار برگ پایین تر است و تمایل به کم بودن تنش آبی با داشتن پتانسیل بیشتر آب برگ نسبت به تیمار شاهد دارد. همچنین نتایج بررسی تحمل گرما و توانایی بهبودی پس از قرار گرفتن در معرض دماهای مختلف برای مدت زمان متفاوت، برای ارقام سیب تحت تیمار سایه دهی نشان داد میوه های گرفته شده از تیمارهای سایه دهی، میزان آسیب دیدگی بالاتری دارند و در دمای بالاتر از ۴۵ درجه سانتیگراد به خوبی بهبود نمی یابند. تحمل بیشتر میوه بدون سایه دهی (شاهد) در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد می تواند به دلیل سازگاری بهتر با نور و سطح حرارت بالا نسبت به میوه حاصل از تیمار توری باشد. کیفیت میوه های ارقام مختلف سیب برای تیمارهای بدون شبکه توری مشخص نمود که ارقام واکنش متفاوتی نسبت به تغییر اقلیم تغییر یافته در زیر شبکه توری دارند. تیمار توری، آفتاب سوختگی را به طور قابل توجهی در تمام ارقام سیب کاهش داد. استحکام میوه، مواد جامد محلول کل و اسید دیته قابل تیتراسیون، برای اکثر ارقام زیر شبکه سایبان کاهش یافت. بنابر این به نظر می رسد که سایه دهی تأثیر مثبتی در کاهش آسیب آفتاب سوختگی دارد اما تأثیر متفاوتی بر سایر پارامترهای کیفیت میوه دارد که به نظر می رسد مخصوص رقم باشد (Smit, 2007).

تورهای سایه دهی در شرایط میکرو اقلیم باغ، شاخص های فیزیولوژیکی درخت و کیفیت میوه سیب را تحت تاثیر قرار می دهد. شرایط محیطی مانند درجه

حرارت هوا، شدت نور و سرعت باد، به طور چشمگیری بوسیله سایه دهی کاهش می یابد، در حالی که رطوبت نسبی به طور قابل توجهی افزایش می یابد. بسته به نوع شبکه سایه، رنگ و شدت سایه، رطوبت نسبی ۱۲/۹-۳/۲ درصد افزایش می یابد. فعالیت کم زنبور عسل و گرده افشانی در درختانی که زیر شبکه سایه رشد می کنند نگرانی جدی است که لازم است مدیریت شود. راندمان استفاده از آب (water use efficiency) تحت شبکه سایه نیز بهبود می یابد و باعث کاهش اختلالات خارجی میوه، مانند شکافتن میوه و آفتاب سوختگی می شود. رنگ توری سایه بان و شدت سایه تأثیر زیادی بر فیزیولوژی درخت و کیفیت خارجی میوه دارد (Mditshwa et al. 2019). بر اساس گزارش Jackson & Palmer (۱۹۷۷) درختان سیب پس از شکوفه دهی تحت تیمار سایه دهی با درصد های ۳۷، ۲۵ و ۱۱٪ قرار گرفتند و اثرات این سایه دهی روی گلدهی، رشد و عملکرد میوه آنها در مقایسه با درختان شاهد مقایسه شد. سایه زدن باعث کاهش بقای میوه های تازه تشکیل شده، کاهش اندازه میوه و کاهش درصد ماده خشک میوه گردید. همچنین تشکیل جوانه های گل را کاهش داده و تأثیر نامطلوبی بر درصد گلپایی که در سال بعد میوه می دهند، داشت. همچنین غلظت های عناصر N، P، K، Ca یا Mg در میوه های هم اندازه تولید شده در شرایط سایه دار یا غیر سایه دار تفاوتی نداشت، اما میوه های کوچکتر از غلظت های بالاتر Ca، N و P برخوردار بودند.

Bote & Struik (۲۰۱۲) گزارش دادند درختان قهوه تحت تیمار سایه دهی در برابر تنش های نامطلوب

تغییرات آب و هوایی و تأثیر آن بر مرکبات در آفریقای جنوبی بسیار نگران کننده است. یکی از این مصائب، افزایش بیش از حد بیشینه دما و کاهش بیش از حد کمینه دما می باشد که باعث کوچک شدن اندازه میوه و افزایش نیاز آبی می شود. همچنین شکل ظاهری میوه به دلیل خسارت باد، تگرگ و آفتاب سوختگی، نامطلوب می شود. پوشش دهی درختان توسط سایبان، روشی است که باعث افزایش کیفیت محصول و کاهش نیاز آبی شده ولی میزان تولید را کاهش میدهد (Stander & Cronje, 2016). در تحقیقات انجام شده گزارش شده که سایبان دمای تاج درختان گریپ فروت را حدود ۴ درجه سانتی گراد کاهش داده است (Jifon & syvertsen, 2001). استفاده از سایبان، صدمات میوه در اثر خسارت های تگرگ، سرمازدگی، آفتاب سوختگی، طوفان، آفات و پرندگان و استرس گرما را کاهش داده، همچنین بهره‌وری استفاده از آب را افزایش می دهد و لذا عملکرد برداشت شده را افزایش می دهد. ضمن اینکه سایبان های دایمی می توانند ریسک هایی همچون کاهش عملیات گرده افشانی، افزایش رشد رویشی و اختلال در رشد زایشی، کاهش نفوذ نور و کم شدن فتوسنتز و عدم تامین نیاز سرمایی را به دنبال داشته باشد که بایستی مدنظر قرار گیرد (Billington & Baily, 2015). نتایج تاثیر استفاده از تورهای سیاه و شفاف در باغ های سیب اسپانیا نشان داد تورها حفاظت میوه در مقابل تگرگ را بخوبی انجام داده، دمای حداکثر باغ را کاهش و دمای حداقل و رطوبت نسبی باغ را افزایش می دهند. در روزهای آفتابی، تورهای سیاه به میزان ۲۵ درصد و تورهای

محیطی مانند درجه حرارت زیاد خاک و رطوبت نسبی پایین محافظت شدند. همچنین سایه دهی باعث ایجاد اختلافاتی در رفتار فیزیولوژیکی گیاهان قهوه مانند بهبود فتوسنتز و افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه عملکرد بهتر از حد ممکن در مقایسه با گیاهان در نور مستقیم خورشید شد. در نتیجه، گیاهان قهوه که در زیر درختان سایه دهی شده رشد کرده اند، میوه های بزرگتر و سنگین تر و با کیفیت دانه بهتر از آنهایی که در نور مستقیم خورشید رشد می کنند، تولید می کنند.

استفاده از تورهای سایبان قرمز و سفید در درختان سیب رقم گلدن دلشیز، در سال اول ضمن کاهش ۱۸ درصدی PAR باعث افزایش تشکیل میوه سیب در مقایسه با درختان شاهد شد. همه تیمارهای سایبان (رنگ های مختلف) پتانسیل آب نیمروزی ساقه را کاهش داد و از خسارت گرمایی خورشید جلوگیری کرد. در هر سال تورهای سایبان بعد از گلدهی (اوایل تا اواسط می) کشیده می شوند و در اوایل نوامبر برداشته می شوند. تشکیل میوه و اندازه میوه هلو رقم Hermosa بوسیله تیمار سایبان در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. مطالعات اولیه انجام شده روی گلابی مشخص کرد که توری های سایبان باعث افزایش اندازه میوه می شود. کیفیت تابش نور می تواند اثراتی روی هر دو یعنی گیاه و میکروارگانیسم های همراه آنها داشته باشد. بنابراین کاربرد تورهای سایبان ممکن است بر روی بیماریها و حشرات نیز تاثیر بگذارد که در انتخاب رنگ توری لازم است مورد توجه قرار گیرد (Mditshwa et al. 2019).

کارکردی نداشتند (Meena *et al.* 2016). اثر رنگ‌های مختلف تورهای ضد تگرگ قرمز، خاکستری، آبی، سبز و سیاه بر میزان نور و شرایط میکروکلیم در باغ‌های سیب در کشور اسلوونی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد استفاده از انواع تورها، به ویژه رنگ‌های آبی و قرمز تا حد زیادی باعث کاهش تابش فعال فتوسنتزی می‌گردد. در حالی که اثر کاربرد تورهای رنگی بر سایر ویژگی‌های میکروکلیم مانند دمای متوسط هوا، رطوبت نسبی هوا، دمای نقطه شبنم، شاخص گرما، دمای حداکثر و حداقل دمای محیط تاثیر معنی‌داری ندارد (Sever *et al.* 2020). کاربرد سایبان، خسارات وارده به محصول را تا ۴۰ درصد کاهش میدهد که ارزش افزوده مناسبی را به دنبال خواهد داشت. از طرف دیگر، استفاده از سایبان باعث کاهش ۳۰ درصدی در مصرف آب در باغات می‌شوند (Ajmi *et al.* 2018). نتایج بررسی سودآوری استفاده از تورهای ضد تگرگ در باغ‌های سیب استرالیا نشان داد استفاده از تورهای ضد تگرگ برای اغلب ارقام سیب سودآور می‌باشد اما برای رقم سیب رد دلشیز سود آور نبود. تنها در صورتی که درصد خسارت وارد شده بر این رقم سیب سالانه بالاتر از ۳۲ درصد باشد، استفاده از تورهای ضد تگرگ برای آن سودآور خواهد شد (Whitaker & Middleton, 1999).

Tatari (۲۰۲۴) در تحقیقی تاثیر توری های سایبان سبز و سفید را بر روی درختان به (*Cydonia oblonga* L.) بررسی و نتایج نشان داد گل‌ها در زیر سایه‌بان‌ها پنج روز دیرتر از فضای باز شکوفا شدند. درصد تشکیل میوه، طول و عرض برگ، تعداد میوه و عملکرد در زیر سایه‌بان‌ها به

شفاف به اندازه ۱۲ درصد شدت نور را نسبت به شاهد کاهش می‌دهند. استفاده از تورهای سیاه باعث کاهش معنی دار تراکم رنگ و کاهش تعداد روزهای مورد نیاز برای رسیدن میوه و نهایتاً باعث کاهش عملکرد متوسط میوه در برداشت نخست می‌شود. هر دو نوع توری (سیاه و شفاف) باعث کاهش درجه حرارت و در نتیجه کم شدن پدیده آفتاب سوختگی و به دنبال آن بهبود کیفیت پوست میوه شدند (Iglesias, and Alegre; 2006). نتایج بررسی اثرات استفاده از سه روش خنک‌سازی با استفاده از آب، کائولین و تورهای سایبان ۲۰ درصد برای کنترل آفتاب سوختگی درختان سیب در آفریقای جنوبی نشان داد، سایبان موثرترین روش و استفاده از کائولین و خنک‌سازی با آب در اولویت‌های دوم و سوم قرار داشتند (Gindaba & Wand, 2005).

نتایج بررسی تاثیر استفاده از پوشش ضد تگرگ بر کمیت و کیفیت سیب تولید شده در برزیل نشان داد استفاده از این تورها یک ابزار مناسب برای محافظت درختان سیب در مقابل تگرگ می‌باشد زیرا باعث تغییرات جزئی در میکروکلیم و دوره رسیدن میوه شده و لذا تولید محصول را بدون تاثیرگذاری منفی بر کیفیت آن تضمین می‌کند (Bosco *et al.* 2014). ارزیابی تاثیر استفاده از تورهای سایبان با رنگ‌های قرمز، سیاه و سبز با تراکم‌های ۳۵ و ۵۰ درصد بر بهره‌وری تولید انار در کشور هند نشان داد استفاده از تورهای سایبان قرمز رنگ باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی انار تولید شده می‌گردد. این در حالی است که تورهای سایبان با رنگ‌های سیاه و سبز چنین

به منظور بررسی تاثیر توری‌های سایبان در باغات پسته، قطعه باغی به مساحت یک هکتار با رقم تجاری پسته اکبری در یکی از باغات بارور امین شهر شهرستان انار (۳۰ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی، ۵۵ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۰ متر) انتخاب گردید. نیمی از قطعه مذکور با سازه بومی و توری سایبان پلاستیکی با ۵۰ درصد سایه‌دهی ایجاد گردید (شکل ۱) و نیمی دیگر بعنوان قطعه شاهد و بدون سایبان مد نظر قرار گرفت. سایبان ایجاد شده از اواخر اسفند ماه ایجاد و تا اوایل مهر ماه (زمان برداشت محصول) بر روی درختان مستقر بود. آبیاری قطعه مذکور بصورت آبیاری زیر سطحی لوله های سوراخدار کم فشار بود که با دور ۱۸ روز انجام شد. میزان درجه حرارت (محیط تاج، سطح برگ و میوه، سطح خاک) در قطعه سایبان و قطعه شاهد با استفاده از دستگاه هواشناسی پورتابل (دیتالوگر) بصورت هفتگی در ماه های تیر و مرداد و در ساعت ۱۲ ظهر یادداشت برداری گردید. میزان فتوسنتز، میزان کلروفیل فلورسنس و میزان شدت روشنایی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز (LCi-SD, ADC Bioscientific Ltd, Hertfordshire, UK) و میزان سطح برگ بوسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf area meter AM350, ADC Ltd, UK) در انتهای فصل رشد (شهریور ماه) اندازه‌گیری شد. رنگ برگ، رنگ میوه در زمان رسیدن و برداشت بصورت مشاهده‌ای نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. زمان شروع رشد مغز و زمان رسیدن میوه در هریک از تیمارها یادداشت برداری گردید. میزان سوختگی در حاشیه برگ و میزان سوختگی میوه در

طور معنی‌داری بیشتر از فضای باز بود. در تحقیقی، تأثیر توری‌های سایه‌بان زرد و قرمز بر روی درختان پرتقال در یک منطقه نیمه‌خشک بررسی شد (Zhou et al., 2018). نتایج نشان داد که تابش فعال فتوسنتزی در خارج از توری‌ها ۱۵/۷ تا ۶۲ درصد بیشتر بود. همچنین میزان رشد رویشی تحت تاثیر توری های سایبان قرار میگیرد.

Tinyane et al. (۲۰۱۸) تأثیر تورهای سایبان آبی، قرمز و سفید را بر عملکرد قابل فروش، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بروز آنتراکنوز در میوه آووکادو رقم Hass بررسی کردند. نتایج نشان داد تورهای آبی و سفید عملکرد قابل فروش را بهبود بخشیدند و رسیدن میوه را پس از ۲۸ روز نگهداری در سردخانه در دمای ۵/۵ درجه سانتیگراد و به دنبال آن ۵ روز نگهداری در شرایط ماندگاری تسریع کردند. به نظر می‌رسد تورهای سفید و آبی ابزاری مناسب قبل از برداشت برای بهبود عملکرد قابل فروش آووکادو باشند.

با توجه به عدم اجرای طرح تحقیقاتی در خصوص کاربرد سایبان در باغات پسته و بررسی تاثیرات آن و از طرفی خسارت چشمگیر گرمای بیش از حد و ایجاد آفتاب سوختگی برگ و میوه شدید در سال‌های اخیر در مناطق مختلف پسته کاری کشور، اجرا و بررسی تاثیر کاربرد تورهای سایبان در ارقام مختلف درختان پسته در مناطق مختلف مورد نیاز است که پروژه حاضر در این راستا و به منظور بررسی این مهم انجام شده است.

مواد و روش‌ها

و جداگانه در هریک از تیمارها برداشت و با توجه به تراکم درخت در واحد سطح، عملکرد در هکتار در هریک از تیمارها محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. این پژوهش در قالب مقایسات آزمون T مستقل اجرا و اطلاعات یادداشت برداری شده با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

شهریور ماه در هریک از تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. پس از رسیدگی حدود ۸۰ درصد میوه‌های هریک از تیمارها، نمونه‌های یک کیلوگرمی (۵ نمونه) تهیه و پس از پوست‌گیری و خشک کردن، درصد خندانی، درصد پوکی و میزان اونس میوه‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین و مقایسه عملکرد محصول در هریک از تیمارها، محصول بصورت کلی



شکل ۱- قطعه سایبان ایجاد شده بر روی درختان پسته اکبری در منطقه امین شهر انار (باغ آقای جدیدی).

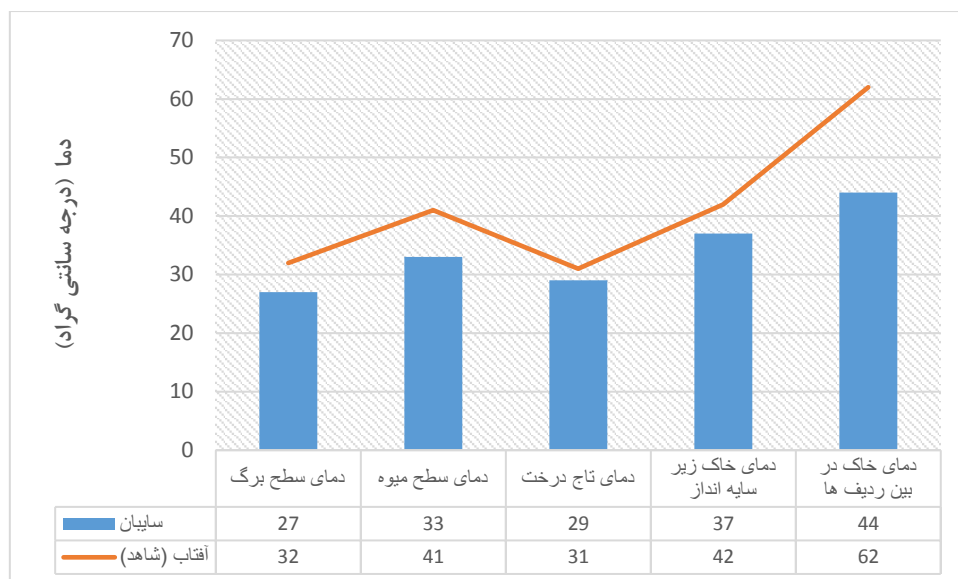
مشخص گردید که دماهای اندازه‌گیری شده برگ ۵ درجه، دمای میوه (۸ درجه)، دمای کانوپی (۲ درجه)، دمای خاک در قسمت سایه اندازه درخت (۵) و دمای خاک در فاصله بین ردیف‌ها (۱۸ درجه) در زیر سایبان کمتر از دمای درختان شاهد بود. بیشترین اختلاف دما بین درختان شاهد و درختان سایبان مربوط به دمای سطح خاک در فاصله بین ردیف‌ها بود (شکل ۲).

نتایج

در طول زمان اجرای طرح فاکتورهای مختلفی مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت که ذیلا نتایج برخی از مهمترین آنها ذکر می‌گردد:

دمای اندام‌های مختلف درخت و دمای خاک

دمای برگ، دمای میوه، دمای کانوپی، دمای خاک در قسمت سایه اندازه درخت و دمای خاک اندازه‌گیری و



شکل ۲- دماهای سطح برگ، سطح میوه، تاج درخت، خاک زیر سایه انداز درخت و دمای خاک در فاصله بین ردیف درختان در زیر سایبان و درختان شاهد.

روشنایی در شرایط آفتابی (۸۵۰۰۰ لوکس) می‌باشد (جدول ۱). میزان سطح برگ درختان (cm^2) زیر سایبان در مقایسه با درختان شاهد بیشتر بود که به ترتیب ۹۷ و ۷۳ سانتی متر بود (جدول ۱). رنگ برگ درختان در زیر سایبان سبزتر و دارای رنگ سبز تیره تری نسبت به درختان شاهد بود.

صفات اکوفیزیولوژیکی

مقایسه میزان فتوسنتز ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) در تیمار شاهد (۱۵) و سایبان (۸) نشان داد که میزان فتوسنتز در شرایط سایبان کمتر از تیمار شاهد می‌باشد (جدول ۱) که این مسئله به دلیل شدت نور کمتر در زیر سایه می‌باشد. همچنین بررسی میزان کلروفیل فلوسنس (F_v/F_m) در برگ درختان شاهد (۰/۸) و سایبان (۰/۸۱) نشان داد تفاوت چندانی بین میزان این فاکتور مشاهده نمی‌شوند، گرچه مقدار عددی در تیمار شاهد بیشتر از تیمار سایبان می‌باشد (جدول ۱). بررسی میزان روشنایی در تیمار شاهد و سایبان نشان داد که مقدار این شاخص در شرایط سایه دهی ۲۶۰۰۰ لوکس و حدود یک سوم مقدار شدت

جدول ۱- مقایسه شاخص‌های اندازه‌گیری شده مربوط به سطح برگ، میزان فتوسنتز، کلروفیل فلورسنس و شدت روشنایی

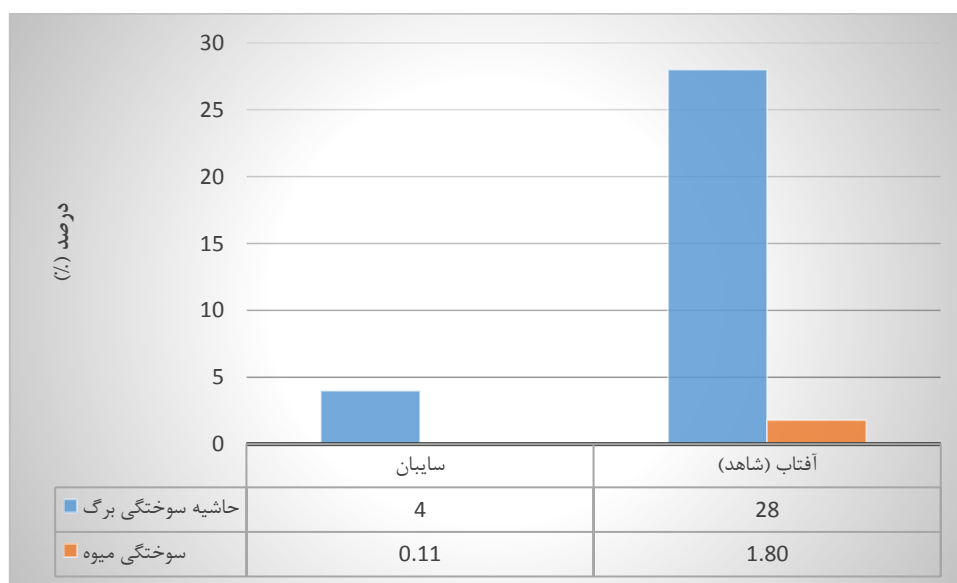
در تیمار آفتاب (شاهد) و سایبان

شاخص مورد اندازه‌گیری	آفتاب (شاهد)	تیمار سایبان
میزان سطح برگ (cm ²)	۷۳	۹۷
میزان فتوسنتز ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	۱۵	۸
کلروفیل فلورسنس (Fv/Fm)	۰/۸	۰/۸۱
شدت روشنایی (لوکس)	۸۵۰۰۰	۲۶۰۰۰

درصد حاشیه سوختگی برگ و آفتاب سوختگی میوه

بررسی وضعیت حاشیه سوختگی برگ در این آزمایش نشان داد درصد این شاخص در تیمار سایبان بسیار کمتر از تیمار آفتاب (شاهد) می‌باشد بطوریکه مقدار عددی آن به ترتیب ۴ و ۲۸ درصد می‌باشد (شکل ۳). نتایج بررسی درصد سوختگی میوه در دو تیمار آفتاب (شاهد) و سایبان نشان داد که درصد سوختگی میوه در تیمار شاهد ۱/۸

درصد و در تیمار سایبان ۰/۱۱ درصد می‌باشد که دارای اختلاف آماری معنی داری نیز با یکدیگر می‌باشند (شکل ۳). بطور کلی درصد آفتاب سوختگی برگ پسته بیشتر از آفتاب سوختگی میوه می‌باشد. نکته قابل توجه اینکه تاثیر سایبان بر میزان کاهش آفتاب سوختگی میوه بسیار بیشتر از تاثیر آن بر کاهش سوختگی برگ (تقریباً دو برابر) می‌باشد.



شکل ۳- درصد حاشیه سوختگی برگ و سوختگی میوه درختان در زیر سایبان و در زیر آفتاب (شاهد).

زمان شروع پر شدن مغز میوه

یکی از شاخص‌های فنولوژی رشد میوه پسته، زمان شروع رشد مغز می‌باشد. نتایج بررسی بر روی این فاکتور نشان داد که زمان شروع رشد مغز میوه در تیمار سایبان ۳

مرداد ماه و در تیمار شاهد ۸ مرداد ماه بوده است (جدول ۲). اختلاف میزان رشد مغز میوه در یک تاریخ یکنواخت (۵ شهریور) نیز در تیمارهای شاهد و سایبان به وضوح دیده شد (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میزان رشد مغز میوه در تیمار شاهد (سمت راست) و سایبان (سمت چپ) در تاریخ یکنواخت (۵ شهریور)

رنگ میوه قبل از رسیدگی و زمان رسیدن میوه

رنگ پوست سبز میوه بعد از پر شدن مغز و قبل از رسیدگی کامل بررسی و مشخص گردید که میوه‌های درختان زیر سایبان دارای رنگ سبز یکنواخت‌تری نسبت به درختان شاهد بودند. به عبارتی درختان شاهد دارای رنگ قرمز و سبز بودند (شکل ۵). بررسی نتایج این پژوهش

صحرائی بر زمان رسیدن میوه نشان داد که عملاً استفاده از سایبان با شرایط ذکر شده در آزمایش باعث تاخیر (۳-۴ روزه) در رسیدن میوه پسته می‌گردد. بطوریکه میوه درختان تیمار شاهد در ۸ مهر ماه ولی میوه درختان تیمار سایبان در ۱۲ مهر ماه رسیده و قابل برداشت بودند (جدول ۲).

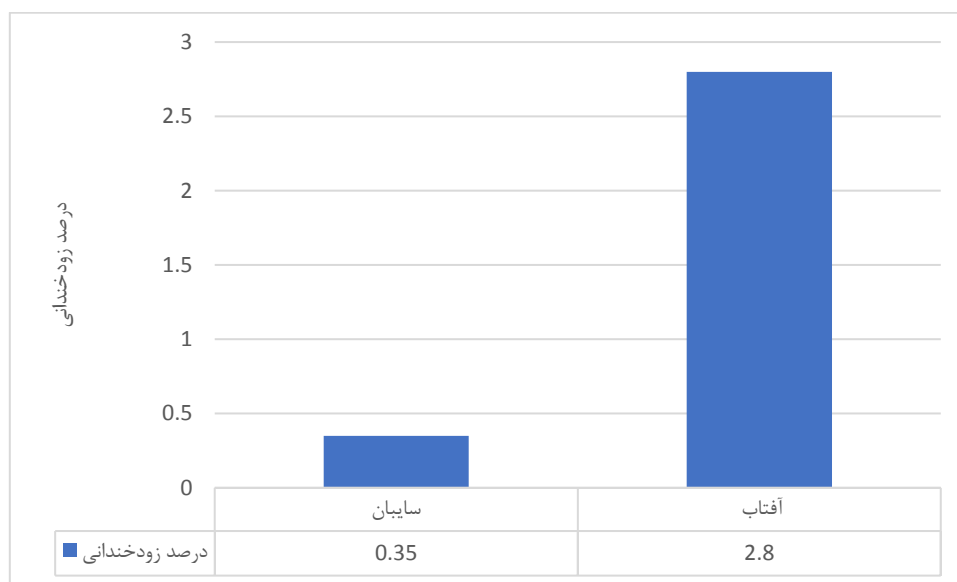


شکل ۵- رنگ میوه پسته قبل از رسیدن در درختان زیر سایبان (پایین) و درختان شاهد (بالا).

درصد زودخندانی میوه

می‌باشد (شکل ۶). بر اساس تحقیقات انجام شده، هرچه درصد این عارضه کمتر باشد احتمال آلودگی میوه به قارچ های مولد زهرا به آفلاتوکسین کاهش خواهد یافت که بر روی سلامتی میوه تاثیر مثبتی دارد.

مقایسه درصد زودخندانی میوه در تیمار شاهد و تیمار سایبان نشان داد که درصد این عارضه در تیمار شاهد (۲/۸ درصد) و بسیار بیشتر از تیمار سایبان (۰/۳۵ درصد)



شکل ۶- درصد زودخندانی میوه درختان پسته در زیر سایبان و درختان زیر آفتاب.

سایبان ۶۰ درصد بود که اختلافات از نظر آماری نیز معنی دار بود (جدول ۲). همچنین مقایسه درصد میوه های بدون مغز (پوک) در دو تیمار آزمایشی نشان داد که درصد پوکی میوه در تیمار شاهد کمتر از تیمار سایبان می‌باشد و اختلاف موجود نیز از نظر آماری معنی دار می‌باشد (جدول ۲). تعداد دانه در هر اونس (۲۸/۳ گرم) در دو تیمار شاهد و سایبان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تعداد دانه در اونس در تیمار شاهد (۲۲ دانه) کمتر از تیمار سایبان (۲۳/۲ دانه) می‌باشد. به عبارتی میوه‌های تولید شده در تیمار شاهد درشت تر از میوه های تولید شده در تیمار سایبان می‌باشند (جدول ۲).

صفات کمی و کیفی محصول

مقدار محصول درختان تحت تیمار بطور جداگانه برداشت و با توجه به تراکم کاشت موجود، عملکرد محصول در هکتار (کیلوگرم) محاسبه گردید. نتایج نشان داد عملکرد محصول در تیمارهای مختلف گرچه دارای اختلاف آماری معنی داری با یکدیگر نیستند ولی میزان تولید محصول در شرایط سایبان حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد داشته است (جدول ۲). مقایسه درصد خندانی میوه در تیمار شاهد و تیمار سایبانهی نشان داد که در شرایط طبیعی درصد خندانی میوه بیشتر از تیمار سایبان می‌باشد. بطوری که درصد خندانی در شاهد ۷۴/۴ درصد و در تیمار

جدول ۲- مقایسه شاخص‌های اندازه‌گیری شده مربوط به عملکرد محصول در تیمار آفتاب (شاهد) و سایبان

شاخص مورد اندازه‌گیری	آفتاب (شاهد)	تیمار سایبان
آغاز پر شدن مغز میوه	۸ a مرداد	۳ b مرداد
زمان رسیدن میوه	۸ b مهر	۱۲ a مهر
میزان عملکرد محصول (kg/h)	۸۳۰۰ b	۸۴۵۰ a
درصد خندانی میوه	۷۴/۴a	۶۰b
درصد پوکی میوه	۱۰/۸b	۱۴/۱a
اونس میوه	۲۲a	۲۳/۲a

بحث

در این پژوهش اثرات توری سایبان با ۵۰ درصد سایه دهی به منظور کاهش شدت نور خوشید قابل استفاده در طول فصل رشد بر روی درختان پسته بارور رقم اکبری با سن حدود ۳۵ سال در مقایسه با تیمار شاهد مورد بررسی قرار گرفت. یکی از راه‌های مقابله با گرمزدگی و سرمازدگی درختان، تورکشی باغ‌های میوه می‌باشد (Castellano *et al.* 2008). هدف اصلی کاربرد سایبان در این طرح کاهش خسارت ناشی از آفتاب سوختگی بر روی میوه و برگ درختان پسته بود که سالانه به دلیل افزایش بیش از حد دما در طی ماه‌های گرم سال (تیر و مرداد) در مناطق پسته کاری خسارت بالایی ایجاد می‌نماید. تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر و افزایش دماهای اوایل فصل رشد، خسارت گرم‌های زودرس بهاره را نیز ممکن ساخته و خسارت ناشی از این نوع گرمای نابجا به مراتب بیشتر از خسارت‌های تابستانه می‌باشد. چون اندام‌های گیاهی گل و میوه‌های تازه تشکیل شده در بهار به مراتب بسیار حساس‌تر از میوه‌های در حال رشد تابستان هستند. مصداق این نوع خسارت،

گرمای بیش از حد هوا در فروردین ماه ۱۳۹۷ در مناطق پسته‌کاری استان کرمان، یزد، فارس و ... بود که خسارتی بسیار سنگین را به تولید پسته ایران در آن سال وارد ساخت (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۷). یکی از دلایل اجرای پژوهش حاضر کاهش عملکرد محصول پسته استان در آن سال و لزوم بررسی تاثیر استفاده از سایبان‌ها جهت کاهش اینگونه خسارت‌ها در درختان پسته شد. گرچه هدف اصلی از اجرای این پژوهش بررسی تاثیر سایبان بر کاهش آفتاب سوختگی میوه و برگ بود اما جهت بررسی تاثیر آن در خصوص سایر صفات و خصوصیات گیاه، صفات مربوط به فعالیت فتوسنتزی گیاه، خصوصیات رشد رویشی و برگ و خصوصیات عملکرد محصول نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد دمای برگ، دمای میوه، دمای کانوپی، دمای خاک سایه انداز درخت و دمای خاک در زیر سایبان کمتر از دمای درختان شاهد بود. Smit (۲۰۰۷) گزارش داد برگ‌های درختان سیب تحت تیمار سایبان خنک‌تر از برگ‌های درختان شاهد بود. همچنین دمای سطح میوه در زیر سایبان خنک‌تر از شاهد بود.

همچنین سایه‌دهی درختان گریپ‌فروت باعث کاهش درجه حرارت به میزان ۴ درجه سانتی‌گراد شده است (Jifon & syvertsen, 2001). نتایج مذکور با نتایج این پژوهش هم راستا می‌باشد. میزان سطح برگ درختان پسته در زیر سایبان در مقایسه با شاهد بیشتر بود که این نتایج با نتایج *Maughan et al.* (۲۰۱۷) و *Tatari* (۲۰۲۴) که اعلام داشتند گیاهانی که در زیر سایه رشد می‌کنند، بلندتر و دارای برگ‌های بزرگتری هستند، مطابقت دارد. نتایج این پژوهش مبنی بر کاهش درجه حرارت و شدت نور در زیر سایبان (جدول ۱) با نتایج *Mditshwa et al.* (۲۰۱۹) مبنی بر اینکه شبکه سایبان به طور قابل توجهی باعث کاهش درجه حرارت هوا و شدت نور می‌شود، مطابقت دارد. اما تاثیر سایبان بر شاخص جلوگیری از آفتاب سوختگی میوه و برگ که هدف اصلی این تحقیق بود نشان داد که سایبان میتواند درصد سوختگی میوه را به میزان ۱۶ برابر نسبت به تیمار آفتاب کاهش دهد (شکل ۳). نتایج این پژوهش با نتایج بررسی تاثیر سایبان در درختان سیب مبنی بر کاهش آسیب آفتاب سوختگی (Smit, 2007) و نیز کاهش درجه حرارت و در نتیجه کم شدن پدیده آفتاب سوختگی سیب (Iglesias & Alegre; 2006) و تاثیر استفاده از سایبان برای کاهش آفتاب سوختگی آووکادو (Tinyane et al., 2018) و کاهش خسارات وارده به محصول تا ۴۰ درصد (Ajmi et al., 2018)، مطابقت دارد. استفاده از تورهای ضد تگرگ برای اغلب ارقام سیب سودآور می‌باشد اما برای رقم سیب رد دلپش در صورتی که درصد خسارت سالانه بالاتر از ۳۲ درصد باشد، سودآور خواهد شد

(Whitaker & Middleton, 1999). بنابراین نوع رقم نیز در میزان تاثیرگذاری سایبان و درصد کاهش خسارت وارده موثر می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به نوع رقم (اکبری)، سیستم آبیاری مورد استفاده (زیر سطحی کم فشار) و نیز دور آبیاری کوتاه (۱۸ روز) در این آزمایش، درصد آفتاب سوختگی بطور طبیعی کم بوده و در شرایط اکثر باغداران که دارای ارقام حساس به آفتاب سوختگی (ممتاز) با آبیاری غرقابی با دور های ۲-۳ ماهه هستند، این درصد بسیار بالاتر بوده و در چنین شرایطی قاعدتا استفاده و تاثیر سایبان اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد. سرعت رشد میوه در تیمار سایبان در نیمه فصل به دلیل کاهش اثرات آفتاب، بهتر از شاهد بوده به همین دلیل زمان آغاز رشد مغز در سایبان حدود ۶-۵ روز زودتر از تیمار شاهد اتفاق افتاده است، اما طول دوره رشد و تکامل مغز میوه در این تیمار افزایش یافته که احتمالا به دلیل تاثیر کاهش فتوسنتز و کاهش تامین مواد کربوهیدرات در این زمان بوده است و نهایتا زمان رسیدگی را به مدت ۵-۴ روز به تاخیر انداخته است. هم چنین به دلیل کاهش میزان فتوسنتز، برخی از خصوصیات کمی و کیفی محصول نظیر درصد خندانی میوه، اندازه دانه (اونس میوه) کاهش یافته و درصد پوکی افزایش یافته است. نتایج بررسی تاثیر سایبان در ارقام مختلف سیب نیز نشان داد سایه‌دهی ضمن تأثیر مثبت در کاهش آفتاب سوختگی، اما تأثیر متفاوتی (کاهش کیفی) بر سایر پارامترهای کیفیت میوه دارد که به نظر می‌رسد مخصوص رقم باشد (Smit, 2007).

یکی از اثرات مثبت سایبان روی شاخص‌های عملکرد محصول، کاهش درصد زودخندانی میوه به میزان ۸ برابر کمتر از تیمار شاهد می‌باشد. محققان گزارش کردند راندمان استفاده از آب (water use efficiency) تحت شبکه سایبان به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد و باعث کاهش اختلالات خارجی میوه مانند شکافتن میوه و آفتاب سوختگی می‌شود (Mditshwa *et al.* 2019) که با نتایج این پژوهش در زمینه کاهش زودخندانی میوه پسته که ترکیب همزمان پوست سبز با پوست استخوانی میوه می‌باشد، مطابقت دارد. با توجه به تاثیر میوه‌های زودخندان در ایجاد زمینه آلودگی به قارچ‌های مولد آفاتوکسین، یکی از تاثیرات مثبت استفاده از سایبان برای تولید محصول سالم می‌باشد و نیایستی به سادگی از کنار آن گذشت. میزان عملکرد محصول در تیمار سایبان افزایش یافته گرچه اختلاف آماری معنی داری با شاهد ندارد ولی مقدار افزایش ایجاد شده (۱۵۰ کیلو گرم محصول خشک) نسبت به شاهد قابل توجه می‌باشد و به نوعی شاید بتواند اثرات منفی آن بر روی درصد خندانی، اندازه دانه و پوکی قابل جبران باشد. نتایج افزایش عملکرد محصول پسته با نتایج ذکر شده در سیب، هلو، گلابی (Mditshwa *et al.* 2019) مطابقت دارد. اما با گزارش Jackson & Palmer (۱۹۷۷)، مبنی بر کاهش بقای میوه های تازه تشکیل شده، کاهش اندازه میوه و کاهش درصد ماده خشک میوه درختان سیب سایه دهی شده و گزارش Stander & Cronje (۲۰۱۶) درخصوص کاهش میزان تولید میوه مرکبات در شرایط سایه‌دهی مطابقت ندارد.

با توجه به اینکه استفاده از سایبان‌ها در محصولات مختلف در ایران بسیار محدود و انگشت شمار می‌باشد و این پژوهش در مورد گیاه پسته اولین گزارش مکتوب در ایران و دنیا می‌باشد که به رشته تحریر در آمده است، امکان مقایسه با نتایج سایر پژوهش‌ها در ارقام مختلف، مناطق مختلف و نیز درصد سایه دهی و رنگ توری‌های مختلف وجود ندارد. امیدوار است در ادامه و در پژوهش‌های بعدی موضوع از زوایای مختلف مورد کنکاش و بررسی تحقیقاتی بیشتر قرار گیرد و ابعاد نامشخص آن مشخص گردد.

نتیجه گیری کلی

براساس نتایج حاصل از اجرای این پروژه (اجرا اواخر اسفند و جمع کردن اوایل مهر)، کاربرد و استفاده از توری سایبان سبز با ۵۰ درصد سایه‌دهی در طول دوره رشد محصول (فروردین تا شهریور ماه) قابل توصیه نمی‌باشد و توصیه می‌گردد بر اساس پیش بینی سازمان هواشناسی در خصوص افزایش دمای محیط، استفاده از این سامانه برای دوره گرما مورد استفاده قرار گیرد و پس از آن بلافاصله جمع آوری و امکان ایجاد شرایط بر خورداری گیاه از شرایط طبیعی فراهم گردد. بومی سازی تکنولوژی مذکور و استفاده از سازه، اتصالات و توری‌های داخلی با کیفیت بالا، می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌ها گردد که امکان کاربرد آن را برای تعداد بسیار بیشتری از باغداران فراهم می‌نماید. پیشنهاد می‌گردد اثرات کاربرد سایبان بر روی سایر ارقام مختلف تجاری پسته در مناطق مختلف پسته‌کاری کشور برای مدت طولانی‌تر مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به اثرات منفی سایبان در برخی شاخص‌های مورد بررسی،

- behavior of young olive trees. *Scientia Horticulturae*, 241: 275-284.
5. Billington, K. & H. Baily. (2015). Evaluating the netting of apple orchards in the Adelaide Hills with the development of a business case tool for growers. *Apple and Pear Growers Association of South Australia Inc.*
 6. Bote, A.D. & P.C. Struik. (2012). Effects of shade on growth, production and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry Vol. 3* (11), pp. 336-341.
 7. Bosco, L. C., H. Bergamaschi, L. S. Cardoso, V. A. de Paula, G. A. B. Marodin & G. R. Nachtigall. (2014). Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. *International Journal of Biometeorology*: 1-10.
 8. Castellano, S., G. Scarascia Mugnozza, G. Russo, D. Briassoulis, A. Mistriotis, S. Hemming & D. Waaijenberg. (2008). Plastic nets in agriculture: A general review of types and applications. *Applied Engineering in Agriculture*, 24(6): 799-808.
 9. Jifon, J.L., & Syvertsen, J.P. (2001). Effects of moderate shade on citrus leaf gas exchange, fruit yield and quality. *Proceeding of Florida state horticultural society*, 114: 177-181.
 10. Gindaba, J. & S. J. E. Wand. (2005). Comparative effects on evaporative cooling, kaolin particle film and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortScience*, 40(3): 592-596.
 11. Iglesias, I. & S. Alegre. (2006). The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and

پیشنهاد می‌گردد میزان و درصد سایه‌دهی (کمتر) و رنگ‌های مختلف توری سایبان در باغات پسته مورد بررسی تحقیقاتی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مساعدت مسئولین محترم سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان جهت تخصیص اعتبار مورد نیاز اجرای پروژه در سال ۱۳۹۷ و نیز مساعدت همکاران محترم جهاد کشاورزی شهرستان انار و باغدار محترم (آقای جدیدی) در طول اجرای پروژه سپاسگزاری می‌نماید. لازم است از مساعدت همکاران محترم در پژوهشکده پسته نیز قدردانی گردد.

منابع

۱. آمارنامه کشاورزی، محصولات باغبانی (جلد سوم). (۱۴۰۲). مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، ۲۴۰ صفحه.
۲. اسماعیل پور، علی، تاج آبادی پور، علی، هاشمی نسب، حجت و داراب حسنی (۱۳۹۷). دلایل کاهش عملکرد محصول پسته در سال ۱۳۹۷. دومین همایش ملی پسته ایران. ۲۱-۲۲ شهریور ۱۳۹۷. دانشگاه ولی عصر رفسنجان، ایران.
۳. ماهنامه انجمن پسته ایران (۱۴۰۲). گزارش وضعیت صادرات و ارزآوری پسته در دنیا.
4. Ajmi, A.; Vazquez, S.; Morales, F.; Chaari, A.; Hamdi El-jendoubi, H.; Abadia, A.; & Larbi, A. (2018). Prolonged artificial shade affects morphological, anatomical, biochemical and Ecophysiological

- Central European Agriculture, 21(2): 386-397.
17. Stamps, R. H.; (2009). Use of colored shade netting in Horticulture. HortScience, 44 (2). 239-241.
 18. Stander, J. and Cronje, P. (2016). Important considerations for citrus production under shade nets. Citrus Research International. Oct- Nov 2016, 64-67.
 19. Tatari, M. (2024). Effect of shading nets on environmental conditions and fruit abscission in quince (*Cydonia oblonga* L.). Scientia Horticulturae. Volume 323. 112450.
 20. Tinyane, P. P., Soundy, P., & Sivakumar, D. (2018). Growing 'Hass' avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit ripening. Scientia Horticulturae, 230, 43-49.
 21. Whitaker, K. and S. Middleton. (1999). The profitability of hail netting in apple orchards. A contributed paper for the 43rd annual conference of the Australian Agricultural and Resource Economic Society at Christchurch, 20-22 January 1999.
 22. Zhou, K., Jerszurki, D., Sadka, A., Shlizerman, L., Rachmilevitch, S., & Ephrath, J. (2018). Effects of photosensitive netting on root growth and development of young grafted orange trees under semi-arid climate. Scientia Horticulturae, 238, 272-280.
 - profitability of Mondial Gala apples. Journal of Applied Horticulture, 8(2): 91-100.
 12. Jackson J.E. & J.W. Palmer. (1977). Effects of Shade on the Growth and Cropping of Apple Trees. II. Effects on Components of Yield. Journal of Horticultural Science. Volume 52, Issue 2. Pages 253-266. <https://doi.org/10.1080/00221589.1977.11514754>.
 13. Meena, V. S., P. Kashyap, D. D. Hangare & J. Singh. (2016). Effects of colored shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) cv. Mridula in semi-arid region of Panjab. Indian Journal of Agricultural Sciences, 86(4): 500-505.
 14. Mditshwa, A.; Magwaza, LS & SZ. Tesfay. (2019). Shade netting on subtropical fruit: Effect on environmental conditions, tree physiology and fruit quality. Scientia Horticulturae. Volume 256. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108556>.
 15. Smit A. (2007). Apple tree and fruit responses to shade netting. Thesis (MScAgric (Horticulture)). University of Stellenbosch, South Africa. 135 pages.
 16. Sever, M. B., S. Tojnko, A. Breznikar, M. S. Babojelic, A. Ivancic, M. Sirk and T. Unuk. (2020). The influence of differently colored anti-hail nets and geomorphologic characteristics of microclimatic and light conditions in apple orchards. Journal of

Effect of Shade Netting on Temperature Reduction, Leaf and Fruit Sunburn, Light Intensity and Photosynthesis, Early Splitting and Fruit Ripening Time of Pistachio (*Pistacia vera* Cv. Akbari)

Ali Esmailpour^{1*}, Hojat Hasheminasab^۲, Vahed Bagheri^۳, Ali Esmailranjbar^۴

Abstract

To investigate the effect of shade on adult pistachio trees, a one-hectare Akbari orchard plot in Anar county, Kerman province (Iran) was selected. Half of the plot was covered with 50% shade using shade nets, and the other half was considered without shade (control). The temperatures (crown, leaf and fruit surface, soil surface) in the plot equipped with shade and the control plot were recorded using a portable meteorological device (data logger). The time of fruit kernel development and the time of crop maturity and ripening were noted in both treatments. The rate of photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and leaf light intensity were also measured using a portable photosynthesis system (LI-COR). The crop of each treatment was harvested separately and the quantitative and qualitative characteristics of the crop were examined. The results of this study showed that all temperatures; leaf, fruit, crown, soil under the canopy and soil out of the canopy temperatures decreased by 5, 8, 2, 5 and 18 degrees centigrade under the shade compared to the sun, respectively. The rate of photosynthesis and light intensity in the shade treatment were lower than in the sun treatment. The percentage of fruit burn was 16 times and the percentage of leaf burn margin was 24 percent lower in the trees under the shade compare in control trees (sun). The time of beginning of kernel development in the shade treatment was accelerated, but the time of fruit ripening was delayed by 4-5 days. According to the results, the use of green shade nets is recommended to reduce the damage of leaf and fruit sunburn and also to reduce the percentage of early splitting of pistachio fruit in the hot months of the year.

Keywords: Net house/shade, Pistachio, Production controlled areas.

¹ Faculty Member of Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rafsanjan, Iran.

* Corresponding author: aesmailpour@pri.ir

^۲ Faculty Member of Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rafsanjan, Iran.

³ Faculty member, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

⁴ Researcher of Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rafsanjan, Iran.